

Perencanaan Embung Tambak Pocok Kabupaten Bangkalan

Abdus Salam, Umboro Lasminto, dan Nastasia Festy Margini

Jurusan Teknik Sipil – Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: elfarezaa@gmail.com

Abstrak - Desa Tambak Pocok Kecamatan Tanjung Bumi Kabupaten Bangkalan adalah salah satu desa atau daerah yang kebutuhan air bakunya belum terpenuhi. Pada saat musim kemarau desa ini mengalami kesulitan air, sumber mata air utama penduduk yaitu sumur, sungai dan sumber mata air lainnya mengalami kekeringan. Padahal mayoritas penduduk di desa tersebut menggunakan air sumur untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Sedangkan dilihat dari kondisi daerah desa Tambak Pocok merupakan daerah yang terdiri dari cekungan dan dataran berbukit, sehingga sangat cocok untuk digunakan sebagai tempat untuk menampung air. Dengan memanfaatkan kondisi topografi yang ada di desa tersebut, maka Embung adalah salah satu alternatif solusi untuk menampung air saat hujan turun dan memanfaatkan air tersebut saat musim kemarau. Dengan adanya embung tersebut, maka air hujan yang terbuang pada saat musim hujan dapat di tampung, di simpan dan di manfaatkan pada saat musim kemarau untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari masyarakat di desa tersebut, antara lain untuk air minum, mandi, dan mencuci.

Perhitungan yang dipakai dalam perencanaan embung Tambak Pocok yaitu meliputi perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan metode Log normal, Pearson Tipe III, dan Log Pearson Tipe III, analisa debit tersedia menggunakan metode FJ Mock, debit rencana menggunakan metode hidrograf Nakayasu, analisa kebutuhan air menggunakan metode analisa geometri, analisa tampungan menggunakan lengkung kapasitas waduk dan mass curve, sedangkan untuk penelusuran banjir menggunakan metode tahap demi tahap (step by step), analisa tubuh embung dan kestabilannya, serta analisa spillway dan kestabilannya.

Dari perhitungan yang telah dilakukan diperoleh curah hujan rencana periode ulang 25 tahun sebesar 82.561 mm, debit rencana periode ulang 25 tahun sebesar 13.613, debit andalan sebesar 0.000001153 m³/detik, proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2038 sebesar 14511 jiwa, dan kebutuhan air total yang dibutuhkan adalah sebesar 0.022 m³/detik. Mercu bangunan pelimpah (spillway) menggunakan mercu tipe Ogee tipe I pada elevasi +72.50 dan elevasi banjir yang terjadi pada elevasi +73.15. Tubuh bendungan menggunakan urugan tanah dengan kemiringan hulu dan hilir adalah sebesar 1:2, elevasi puncak bendung terletak pada elevasi +75.00, dasar bendungan terletak pada elevasi +64.00, tinggi jagaan pada tubuh bendungan dipakai sebesar 2.5 meter, dan panjang tubuh bendungan sebesar 66 m. Perhitungan stabilitas tubuh bendungan dan spillway aman terhadap gaya-gaya yang terjadi baik dalam kondisi muka air banjir maupun dalam kondisi muka air normal dengan $S_f = 1.7 > 1.5$ (S_f minimum).

Kata kunci : Air Baku, Spillway, Embung.

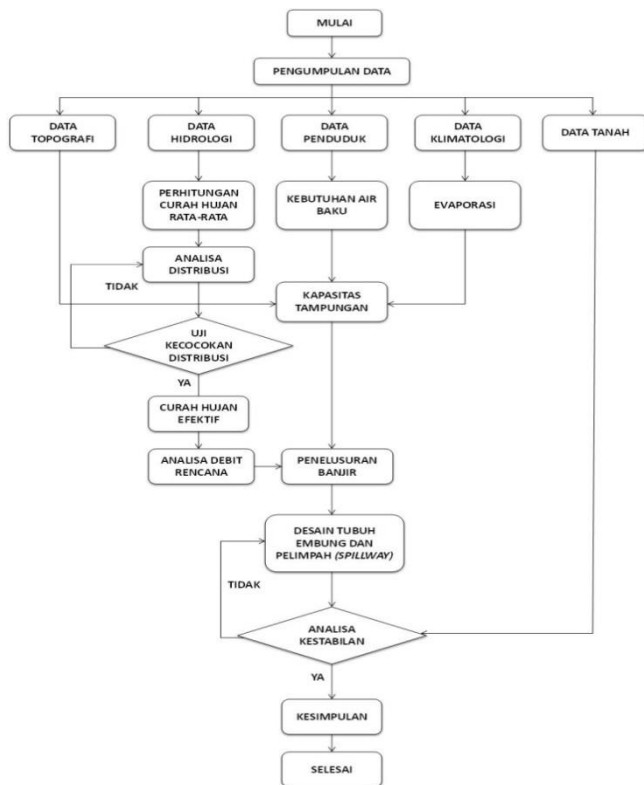
I. PENDAHULUAN

Desa Tambak Pocok Kecamatan Tanjung Bumi Kabupaten Bangkalan terletak sekitar 22 km dari kota Bangkalan dengan jumlah penduduk di desa ini pada tahun 2006 sebanyak 2.845 jiwa. Desa Tambak Pocok Kecamatan Tanjung Bumi Kabupaten Bangkalan adalah salah satu desa atau daerah yang kebutuhan air bakunya masih belum terpenuhi. Pada saat musim kemarau desa ini mengalami kesulitan air, sumber mata air utama penduduk yaitu sumur, sungai dan sumber mata air yang lainnya mengalami kekeringan. Padahal mayoritas penduduk di desa ini menggunakan air sumur untuk kebutuhan sehari-hari. Selain itu, curah hujan yang relatif rendah di desa ini juga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan sumber mata air penduduk tersebut mengering pada saat musim kemarau. Berdasarkan catatan dari stasiun hujan Tambak Pocok, jumlah curah hujan yang terjadi pada tahun 2006 adalah sebesar 68 mm. Di samping itu, faktor lain yang membuat sumber mata air penduduk mengering pada musim kemarau adalah kondisi topografi Desa Tambak Pocok Kecamatan Tanjung Bumi Kabupaten Bangkalan yang berupa cekungan dan berbukit, sehingga berpengaruh pada tinggi rendahnya muka air tanah di desa tersebut.

Dengan memanfaatkan kondisi topografi yang ada di desa tersebut untuk mengatasi permasalahan kekurangan air bersih. Maka dapat memanfaatkan daerah cekungan pada dataran berbukit untuk menampung air saat hujan turun dan memanfaatkan air tersebut saat musim kemarau. Embung merupakan salah satu alternatif solusi penyediaan air bagi masyarakat dalam mengatasi permasalahan kesulitan air bersih di desa Tambak Pocok kecamatan Tanjung Bumi Kabupaten Bangkalan. Dengan adanya embung tersebut, maka air hujan yang terbuang pada saat musim hujan dapat di tampung, di simpan dan di manfaatkan pada saat musim kemarau untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari masyarakat di desa tersebut, antara lain untuk air minum, mandi, cuci, dan kakus. Dan juga dapat mencegah banjir, dan meninggikan muka air tanah di daerah sekitar genangan embung tersebut.

II. METODOLOGI

Tugas akhir ini dilakukan untuk merencanakan Embung Tambak Pocok untuk memenuhi kebutuhan air penduduk dengan menampung air hujan pada musim penghujan dan dimanfaatkan pada saat musim kemarau. Urutan konsep penyelesaiannya adalah sebagai berikut:



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Data Curah Hujan

Data curah hujan yang diperlukan untuk suatu perencanaan pemanfaatan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan^[4]. Hasil analisa Thiessen Polygon menunjukkan bahwa ada dua stasiun hujan yang berpengaruh terhadap Embung Tambak Pocok yaitu stasiun hujan Tanjung Bumi dan stasiun hujan Banyuwates. Sehingga untuk mendapatkan curah hujan maksimum (curah hujan yang dipakai dalam perhitungan) yaitu dengan mencari Weighting Factor/koeffisien Thiessen.

3.2 Analisa Distribusi Frekuensi

Berdasarkan perhitungan maka, ditetapkan metode distribusi Log Normal yang dipakai untuk perhitungan curah hujan rencana, karena hasilnya lebih besar dari pada hasil perhitungan rencana dengan metode lainnya. Berikut pada **Tabel 1** hasil dari curah hujan rencana dengan metode Log Normal.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Normal

No	Periode Ulang	Log X	k	S Log X	Log X	X (mm)
1	2	1.744	0.000	0.10	1.744	55.409
2	5	1.744	0.840	0.10	1.828	67.298
3	10	1.744	1.280	0.10	1.872	74.473
4	25	1.744	1.708	0.10	1.915	82.193
5	50	1.744	2.050	0.10	1.949	88.920
6	100	1.744	2.330	0.10	1.977	94.842

(Sumber : Perhitungan)

3.3 Perhitungan Curah Hujan Efektif

Kondisi DAS Embung Tambak Pocok merupakan daerah yang bergelombang, sebagian berupa hutan, persawahan dan daerah yang ditanami. Dari hasil peninjauan lokasi tersebut maka koefisien pengaliran DAS Embung Tambak Pocok ditentukan sebesar 0.75^[4] dan didapatkan besarnya curah hujan efektif sebesar 61.64 mm.

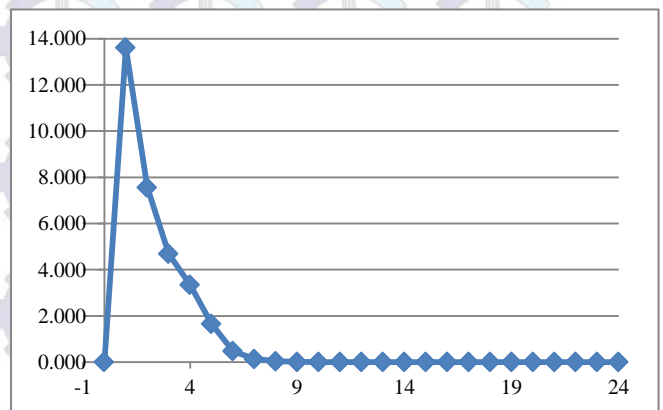
Tabel 2. Curah Hujan Efektif Periode Ulang

No	Periode Ulang	X (mm)	C	Reff
1	2	55.409	0.75	41.55686
2	5	67.298	0.75	50.473249
3	10	74.473	0.75	55.854898
4	25	82.193	0.75	61.644537
5	50	88.920	0.75	66.690084
6	100	94.842	0.75	71.131385

(Sumber : Perhitungan)

3.4 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan hidrograf satuan *spillway* pada Embung Bulung ini menggunakan metode hidrograf sintetik Nakayasu^[2] yaitu grafik hubungan antara debit yang mengalir dan waktu. Grafik hidrograf Nakayasu menunjukkan debit maksimum pada periode ulang 25 tahun adalah sebesar 13.613 m³/detik. Seperti pada gambar 1 berikut ini :



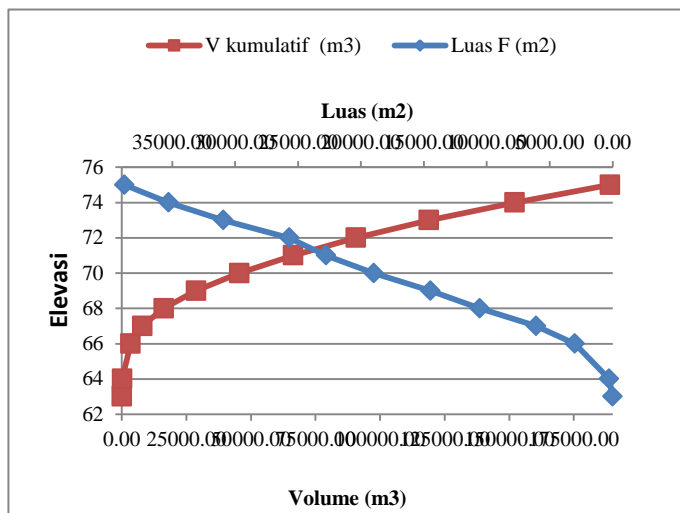
Gambar 1. Hidrograf Nakayasu periode ulang 50 tahun

3.5 Proyeksi Kebutuhan Air Penduduk

Metode yang digunakan dalam memproyeksi pertumbuhan penduduk adalah Metode Linear Geometri. Hasil perhitungan mendapatkan jumlah penduduk pada tahun 2038 adalah 14.511 jiwa dan kebutuhan air penduduk sebesar 0.022 m³/detik.

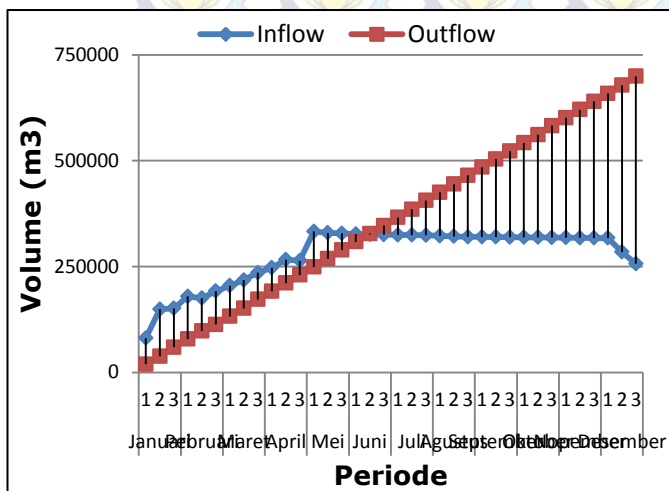
3.6 Analisa Kapasitas Tampung

Analisa kapasitas tampungan didapatkan dari data topografi. Hasil analisa ini mendapatkan grafik hubungan antara elevasi dengan luas volume suatu waduk seperti pada Gambar 2.



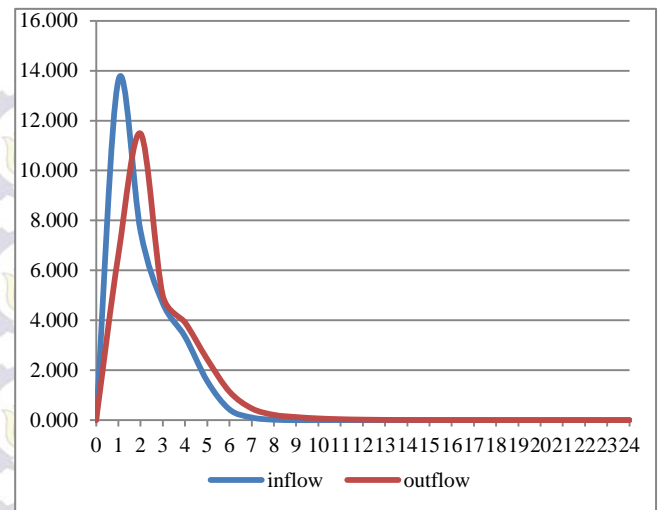
Gambar 2. Grafik Hubungan Elevasi, Luas Genangan dan Volume

Dari hasil analisa perubahan volume waduk akibat debit *inflow* dan *outflow* didapat tampungan sebesar 376070.2 m³, akan tetapi karena terbatasnya lahan yang ada maka jumlah air yang dapat ditampung sebesar 104772.7 m³. Sehingga tidak bisa mencukupi jumlah kebutuhan air selama 1 tahun penuh. Untuk elevasi daerah tampungan berada pada elevasi +72.50 sebagai elevasi rencana mercu bendung. Selanjutnya dapat di buat kurva massa antara debit *inflow* dan kebutuhan air.

Gambar 3. Kurva Massa *Inflow* dan *Outflow*

3.7 Penelusuran Banjir Waduk

Tujuan penelusuran banjir adalah untuk mengetahui daya tampung embung terhadap banjir rencana yang terjadi selama umur rencana embung. Debit banjir yang terjadi selama umur rencana embung yaitu 25 tahun adalah sebesar 11.481 m³/detik.



Gambar 4. Reservoir Routing Q 50 tahun.

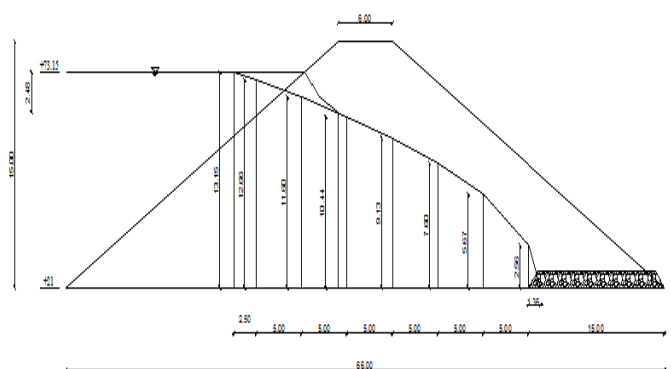
3.8 Perencanaan Tubuh Embung

Tubuh bendungan direncanakan dengan tipe homogen yang berupa urugan tanah (*earth fill*), material tanah urugan diambil dari daerah genangan atau sekitar lokasi embung. Perencanaan tubuh bendungan ini perlu memperhatikan beberapa perhitungan^[1], yaitu

1. Menentukan tinggi jagaan
2. Menentukan tinggi puncak bendungan
3. Menentukan lebar mercu bendungan
4. Menentukan kemiringan lereng
5. Menentukan garis depresi
6. Analisa Stabilitas

Perhitungan yang dilakukan memperoleh hasil sebagai berikut:

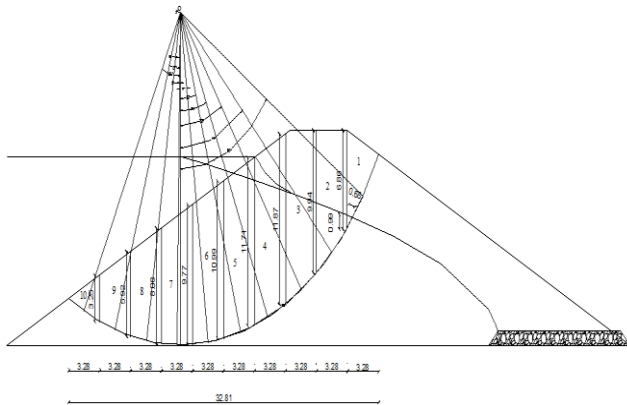
Tinggi jagaan 2.5 m, tinggi puncak bendungan 15 m, lebar mercu bendungan 6 m, kemiringan hulu dan lereng urugan dengan perbandingan 1:2. Untuk analisa garis depresi dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Garis Depresi Muka Air Kondisi Banjir

• Kestabilan Tubuh Embung

Perhitungan kestabilan dilakukan dengan menggambarkan terlebih dulu bidang longsor sesuai dengan ketentuan, kemiringan hulu dan lereng 1 : 2 maka digunakan nilai α sebesar 25° dan β sebesar 35°. Bidang longsor digambarkan seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7 berikut.



Gambar 6. Bidang Longsor Lereng Hulu Embung Banjir

- Kondisi normal

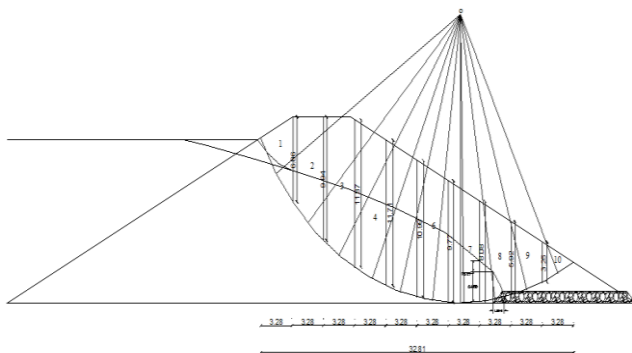
$$SF = \frac{\sum [C.L + (N - U - Ne)\tan\Phi]}{\sum (T + Te)}$$

$$= 1.24 > 1.2 \text{ (OK)}$$

- Kondisi gempa

$$SF = \frac{\sum [C.L + (N - U)\tan\Phi]}{\sum T}$$

$$= 1.7 > 1.5 \text{ (OK)}$$



Gambar 7. Bidang Longsor Lereng Hilir Embung Banjir

- Kondisi normal

$$SF = \frac{\sum [C.L + (N - U - Ne)\tan\Phi]}{\sum (T + Te)}$$

$$= 1.24 > 1.2 \text{ (OK)}$$

- Kondisi gempa

$$SF = \frac{\sum [C.L + (N - U)\tan\Phi]}{\sum T}$$

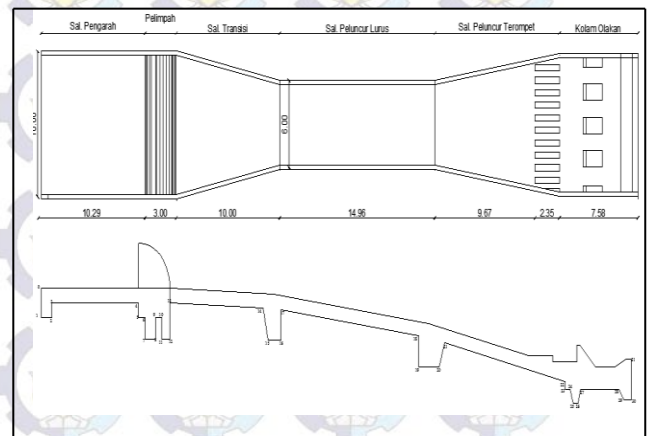
$$= 1.7 > 1.5 \text{ (OK)}$$

Hasil perhitungan analisa stabilitas tubuh bendungan menunjukkan bahwa tubuh bendungan sisi hulu maupun hilir yang direncanakan aman terhadap longsor.

3.9 Perencanaan Spillway

Bangunan pelimpah harus mampu melimpahkan kelebihan air dari debit banjir yang akan dibuang sehingga kapasitas bendungan dapat dipertahankan sampai batas maksimum. Perencanaan ini menggunakan mercu Ogee type 1 dengan hulu tegak. Direncanakan tinggi spillway 3 m dan lebar 10 m. Direncanakan lengkap dengan bagian-

bagiannya, yaitu : saluran pengatur, saluran transisi, saluran peluncur lurus, saluran peluncur terompet dan kolam olak tipe III. Analisa hidrolika bangunan *spillway* secara lengkap dapat dilihat pada Gambar desain *spillway* dapat dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8. *Spillway*

3.9.1 Kestabilan Spillway

Kestabilan *spillway* dihitung dalam 2 kondisi yaitu kondisi normal (muka air setinggi mercu) dan kondisi muka air banjir. Perhitungan kestabilan ini meliputi kontrol kestabilan terhadap gaya angkat, terhadap guling, terhadap geser, dan kontrol ketebalan lantai. Hasilnya adalah sebagai berikut.

a. Kondisi normal

$$\Sigma L = Lv + 1/3Lh = 25.11 + 1/3 \times 55.56 = 43.63 \text{ m}$$

$$\Delta H.C = 8.5 \text{ m} \times 2 = 17 \text{ m}$$

$$\Sigma L > \Delta H.C \text{ (OK)}$$

- Kontrol Guling: $\frac{\text{Momen Penahan}}{\text{Momen Guling}} \geq SF$
 $1.49 \geq 1.25 \text{ (OK)}$

- Kontrol Geser: $\frac{\sum V.f + \tau.A}{\sum H} \geq SF$
 $1.68 \geq 1.20 \text{ (OK)}$

- Kontrol Ketebalan Lantai: $dx \geq SF \times \frac{Px - Wx}{\gamma}$
 $2.5 \geq 1.55 \text{ (OK)}$

b. Kondisi muka air banjir

$$\Sigma L = Lv + 1/3Lh = 25.11 + 1/3 \times 55.56 = 43.63 \text{ m}$$

$$\Delta H.C = 8.5 \text{ m} \times 2 = 15.495 \text{ m}$$

$$\Sigma L > \Delta H.C \text{ (OK)}$$

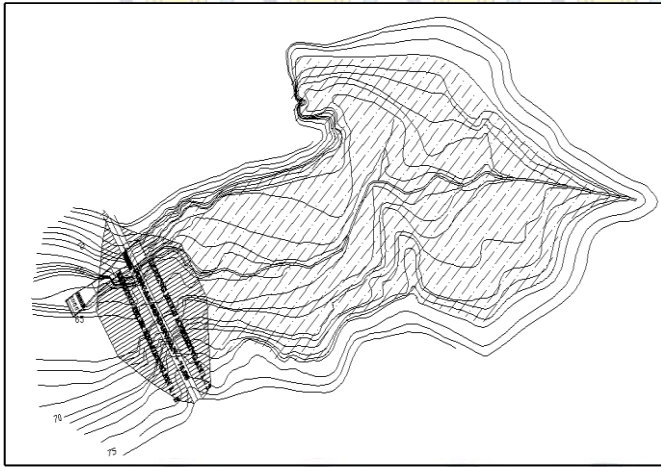
- Kontrol Guling: $\frac{\text{Momen Penahan}}{\text{Momen Guling}} \geq SF$
 $1.32 \geq 1.25 \text{ (OK)}$

- Kontrol Geser: $\frac{\sum V.f + \tau.A}{\sum H} \geq SF$
 $1.25 \geq 1.20 \text{ (OK)}$

- Kontrol Ketebalan Lantai: $dx \geq SF \times \frac{Px - Wx}{\gamma}$
 $2.5 \geq 2.28 \text{ (OK)}$

3.10 Denah Embung Tambak Pocok

Setelah diketahui perencanaan bangunan *spillway* dan bendungan. Gambar perencanaan denah secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Denah Embung Bulung

IV. KESIMPULAN

1. Total kebutuhan air penduduk desa Tambak Pocok pada tahun 2038 adalah sebesar $0.0221696 \text{ m}^3/\text{detik}$.
2. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode FJ MOCK debit andalan 80% adalah sebesar $0.000001153 \text{ m}^3/\text{detik}$.
3. Jumlah Total air yang dapat ditampung oleh embung adalah sebesar 376070.2 m^3 , tetapi kapasitas yang bisa dimanfaatkan adalah sebesar 104772.7 m^3 sehingga tidak semua air yang ada bisa dimanfaatkan, dan tidak bisa memenuhi kebutuhan air baku masyarakat selama 1 tahun.
4. Berdasarkan hasil perhitungan, maka didapatkan :
Dimensi Tubuh bendungan :
 - Tipe bendungan = Bendungan tipe urugan
 - Lebar mercu = 6.00 m
 - Tinggi bendungan = 15.00 m
 - Elevasi mercu = + 75.00
 - Kemiringan lereng hulu = 1 : 2
 - Kemiringan lereng hilir = 1 : 2
 Dimensi *Spillway* :
 - Tipe mercu = Ogee I (hulu tegak)
 - Lebar pelimpah = 10.00 m
 - Panjang sal. Transisi = 10.00 m
 - Panjang sal. Peluncur lurus = 15.00 m
 - Panjang sal. Peluncur terompet = 13.00 m
 - Panjang kolam olak = 6.00m
 - Tipe kolam olak = USBR Tipe III
5. Jumlah endapan lumpur (erosi Permukaan) yang terjadi pada embung diperkirakan sebesar 1770 m^3 selama perkiraan umur rencana embung yaitu 25 tahun dan berada pada elevasi +65 m.

6. Stabilitas Desain Tubuh Bendungan dan bangunan pelimpah (*spillway*) dalam kondisi aman baik saat muka air *Dead Storage*, muka air normal maupun saat muka air banjir dengan angka kemanan yaitu $1.7 > 1.5$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soedibyo, Ir. 2003. Teknik Bendungan. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- [2] Soemarto, Ir. 1986. Hidrologi Teknik. Jakarta: Usaha Nasional
- [3] Soewarno. 1995. Hidrologi : Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data Jilid 1. Bandung: NOVA
- [4] Sosrodarsono, S., Takeda, K. 2002. Bendungan Tipe Urugan. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- [5] Sosrodarsono, S., Takeda, K. 2006. Hidrologi untuk Pengairan. Jakarta: PT. Pradnya Paramita